动 物 学 研 究 1994, 15（增刊）：96—102 CN 53-1040／Q ISSN 0254-5853
Zoological Research

华鳈的繁殖生物学

宋天祥 马 骏

（中国科学院水生生物研究所 武汉 430072）

摘要 根据野外调查和室内养殖的结果，华鳈一龄即达性成熟，绝对怀卵量在1040—5580粒之间，相对怀卵量为83.3—209.6；繁殖季节为4月下旬至7月中旬，繁殖高峰期在5月中下旬；繁殖群体主要由一、二龄组成，雌雄性比为1∶1；精母细胞和卵母细胞都有分批成熟现象；卵分批产于流水中，为漂流性。最后对其繁殖习性进行了较为详细的分析。

关键词 华鳈，繁殖，漂流性卵

华鳈(*Sarcocheilichthys sinensis sinensis* Bleeker)隶属于鲤科(Cyprinidae)、鮈亚科(Gobioninae)、鳈属(*Sarcocheilichthys*)，是一种生活于水体中下层的小型鱼类，在我国平原地区的大部分河流及其附属水体均有分布，因其体色鲜艳、个体小、易于饲养等特点，作为观赏鱼已越来越受到人们的喜爱。本文对华鳈生物学及其繁殖习性进行了研究，旨在于积累华鳈生物学基础资料，并为人工繁殖提供依据。

1 材料与方法

研究材料于1991年7月至1992年6月和1993年3—4月分别采自湖北省武昌县金水河、东荆河汉阳县沌口段、汉南农场五湖水域，主要渔具为旋箔、船罾。共收集标本773尾。

材料以常规方法解剖和测量，年龄鉴定材料主要以鳞片为主，年龄记录采用元月1日为年龄递增日期的方法。体长为吻端至尾鳍基部最后一枚椎骨之间的长度，体长量度精确到1 mm；体重精确到0.1 g，性腺重精确到0.01 g。

性腺分期按 Мейен(1939)硬骨鱼类性腺分期标准。成熟系数以性腺重(g)除以鱼体全重的百分数表示，性腺称重后保存于7%的福尔马林溶液中。取Ⅳ期卵巢重的十分之一作样品统计卵粒数，进而推算出个体绝对怀卵量。卵径采取随机取样法，用目测微尺测定。组织切片材料用 Bouin's 固定液固定，石蜡包埋，H-E 染色。

2 结果

2.1 雌雄外形区别及副性征

华鳈通常体长达60 mm 即可根据外部形态来鉴别雌雄，雌鱼在肛门后具突出物——产卵管，雄鱼无此构造。随着性腺发育，产卵管逐步延长，具Ⅲ期卵巢的雌鱼产卵管平均

本文1994年6月21日收到

长度为 2 mm，Ⅳ期雌鱼达 4—7 mm。在繁殖季节，雌鱼产卵管伸长到 9 mm，且体色较浅，腹部膨大，柔软而有弹性。性成熟的雄鱼吻端可见白色珠星，在繁殖季节尤为明显；雌鱼无珠星。

2.2 性成熟年龄、性比和繁殖群体组成

根据野外采集标本的年龄鉴定和室内养殖结果，华鲮一龄即可达到性成熟。成熟的雌雄个体在体型大小上没有明显的差异。在所收集到的标本中，雌鱼最小性成熟个体体长为 71 mm，体重为 8.9 g，其怀卵量为 1040 粒，成熟系数为 4.13。雄鱼最小成熟个体体长为 75 mm，体重为 9.5 g，成熟系数为 0.47。

在 671 尾可检视出性别的标本中，雄鱼占 329 尾，雌鱼 342 尾，性比为 1∶1($P>0.01$)。

华鲮的繁殖群体结构简单，主要由 3 个年龄组组成。补充群体由一龄鱼组成，占 66.67%；剩余群体由二、三龄组成，分别占 30.46%和 2.87%。

2.3 性腺和性腺发育周期

华鲮性腺为两叶，大小相等、对称，位于消化道两侧。随着性腺的发育，精巢和卵巢在大小、形态及脂肪含量与血管分布上都有一系列变化。

根据一般硬骨鱼类的分期标准，华鲮性腺可分 6 期，各期特征分述如下：

Ⅰ期：雌雄性腺均为透明线状，其上无脂肪，肉眼无法分辨性别。这一期多为 6—8 月的当年幼鱼。

Ⅱ期：肉眼可辨别出卵巢与精巢。卵巢白色，半透明，为扁平带状，其上有少许脂肪及细长略带分枝的血管，切片显示卵细胞形状不规则，细胞核透亮，核仁数目可达 30 多个，多排列于核膜内侧，胞质内可见卵黄核。精巢为半透明线状，比Ⅰ期稍粗大，附少许脂肪。这一期多是 9 月及 10 月份的当年幼鱼，以及 7—8 月刚参加过繁殖的个体(图版Ⅰ：1-2)。

Ⅲ期：卵母细胞进入大生长期，开始沉积卵黄。卵巢已逐渐增大，性腺旁附有丰富的脂肪，血管较明显。卵巢略带淡黄色，肉眼可见圆形卵粒，切片上最明显的变化为细胞质中大小不一的液泡数目不断增加，从一二层到数层。此时产卵管已从泄殖腔突出。雄鱼精巢管状，乳白色，附有脂肪。Ⅲ期性腺经历时间较短，一般出现在 11 月份左右(图版Ⅰ：3-4)。

Ⅳ期：卵巢黄色，占据大部分体腔，卵母细胞大小有明显差异。12 月份时卵径分布在 0.48—1.02 mm 之间，平均卵径为 0.78 mm；4 月上旬卵径分布在 0.64—1.76 mm 之间，根据卵径分布的峰值(图 1)，卵可分为大小两类，大卵的平均卵径为 1.53 mm，小卵平均卵径为 0.97 mm。切片上可见卵母细胞由于卵黄的大量积累，卵母细胞体积大幅度增大，液泡与细胞质的面积减少或消失，卵黄颗粒开始充满细胞。到Ⅳ期末时，卵巢中除 4 时相卵母细胞外，还有 2、3 时相卵母细胞。精巢管状，乳白色，性腺脂肪已减少或消失。经历时间一般为 12 月到次年 4 月上旬(图版Ⅰ：5-6)。

Ⅴ期：轻轻挤压雌鱼的腹部，便有成熟的卵粒自产卵管流出，卵粒较透明。解剖可见有游离于卵巢的透明卵粒，按卵径分布峰值来分有 3 类，平均卵径分别为 1.78 mm，1.42 mm，0.93 mm(图 1)；精巢较粗，管状，乳白色，挤压腹部可见少量精子流出。切片上卵巢可同时看到 2—4 时相和成熟卵母细胞，精巢可见精子和精子细胞，(图版Ⅰ：

9-10)。

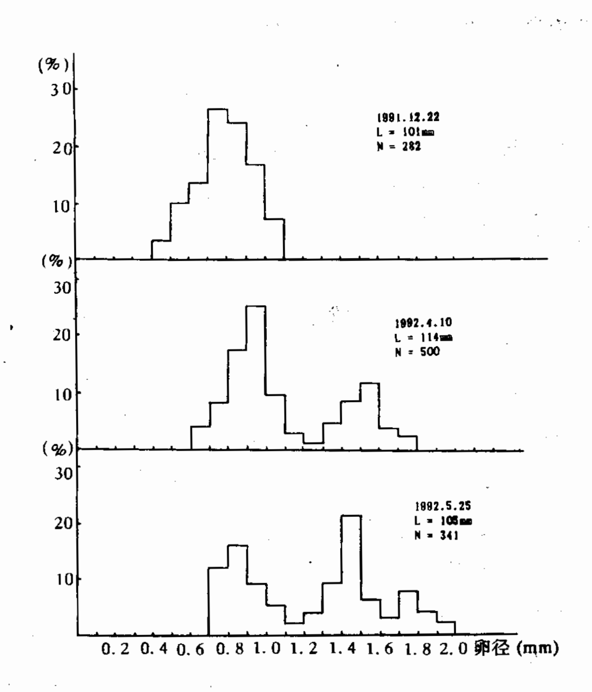


图 1 华鳈的卵径分布

Fig. 1 Egg size distribution of *S. sinensis sinensis*

Ⅵ-Ⅳ′期：在对5、6月的标本作切片研究中，发现卵巢存在2—4时相卵母细胞，同时还有大量的空滤泡，证明这些鱼已产过卵。但解剖时未能看到卵巢充血，使得其与Ⅳ期卵巢在肉眼观察较难区别，但这一期卵巢应划分为Ⅵ-Ⅳ′期(图版Ⅰ：7-8)。

雌鱼成熟系数的周年变化如图2。4月份，随着水温的升高，饵料生物增多，卵巢发育日益加快，成熟系数明显增加，到5月份成熟系数达到最高峰，最高可达27.78。产卵后成熟系数有所下降，8—10月是成熟系数的低谷期，均是Ⅱ期卵巢，到11月份开始沉积卵黄，成熟系数逐渐回升，到12月又出现4时相卵母细胞。

2.4 繁殖力

华鳈的繁殖力在不同个体之间变异较大。对108尾体长71—131 mm、体重8.8—48.8 g的雌鱼怀卵数进行计数，其个体绝对繁殖力变化在1040—5580粒之间，不同体长组的绝对怀卵量交叉较大，但随着个体的增大，其绝对繁殖力增加(表1)。个体绝对繁殖力与体长呈正线性相关(图3)，其方程为：

$$F=2.5018\times10^{-2}\times L^{2.5402}\qquad r=0.8742\qquad t=18.4483$$

表1 华鳈不同体长组的怀卵量

Tab. 1 Absolute and relative fecundity of different body length groups of *S. sinensis sinensis*

标本数 (尾)	体长范围 (mm)	平均	体重范围 (g)	平均	绝对怀卵量 (粒)	平均	相对怀卵量 (粒/g体重)	平均
5	71- 79	75.2	8.8-10.4	9.4	1040-2040	1450	115.0-196	153.4
12	80- 89	86.4	10.5-18.0	14.2	1260-2880	2087	86.9-196.3	148.4
19	90- 99	94.9	14.0-22.5	18.3	1490-4150	2667	95.4-193.0	145.1
39	100-109	103.8	19.0-31.0	23.6	1710-5140	3173	83.3-209.6	134.6
29	110-119	114.0	22.5-46.0	32.5	2620-5580	4152	93.8-177.1	129.6
3	120-131	127.7	39.5-48.8	45.3	4620-5260	4857	98.7-117.0	107.8

2.5 繁殖习性

2.5.1 栖息环境与产卵条件 两年的野外实地调查发现，华鳈主要栖息于与江河相通的港汊、河道和湖泊中。在金口的金水河、沌口的东荆河、水洪口众多与五湖相通的沟汊以

及洞庭湖区内有着广泛的分布，而在封闭的静水湖泊(如受堤闸阻隔的洪湖湖区)中却很少。华鳈栖息地通常水质较清且水体常流动，有芦苇漫滩和其它水草环境。在繁殖季节，华鳈多集中在河道入江口地带，流水可能是刺激华鳈产卵的重要条件之一。

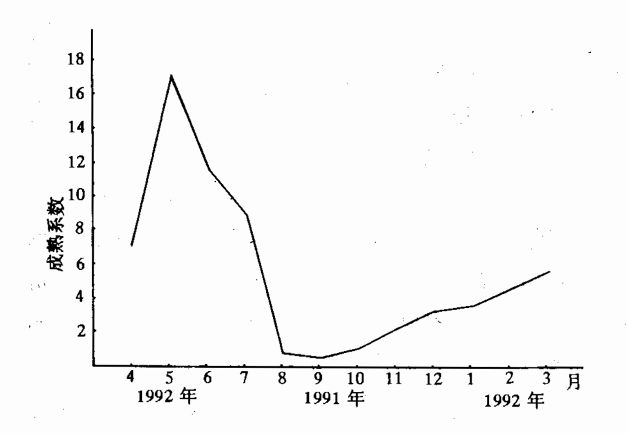


图 2　华鳈成熟系数的周年变化

Fig. 2　Annual change of mean mature coefficient of *S. sinensis sinensis*

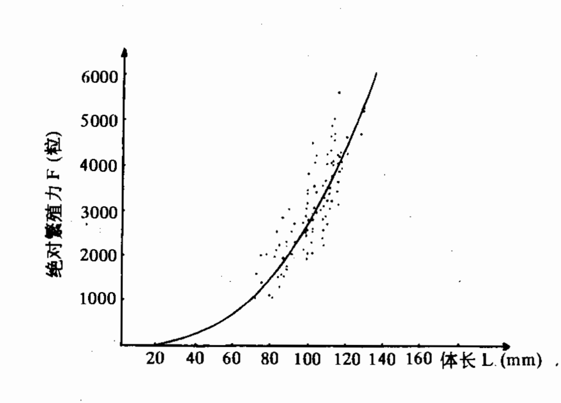


图 3　华鳈绝对繁殖力与体长的关系

Fig. 3　Relation between absolute fecundity and body length of *S. sinensis sinensis*

2.5.2　产卵季节　根据周年性腺发育状况和幼鱼出现时间以及室内养殖试验判断，华鳈的繁殖期是 4 月下旬至 7 月中旬，繁殖高峰期在 5 月中下旬。6 月底即可从旋箔中得到大量体长为 40 mm 左右的当年个体。春季水温在 16℃以上即开始繁殖，夏季水温 29.2℃，华鳈仍能正常进行产卵活动。

2.5.3　产卵行为　在自然环境中未能观察到华鳈的产卵活动。在室内经人工催产可以观察到它的发情和产卵行为。亲鱼催情后一般距最后一次注射 8—25 h 即开始出现发情现象。雌鱼、雄鱼在充气或滤清器造成的微流水刺激下常逆水游动，相互追逐，雄鱼不时用头部拱顶雌鱼腹部、肛门；亲鱼的各鳍条充分张开，雌鱼产卵管基部膨大呈壶状，淡红色；临产卵时雌鱼上下窜动，最后在箱角处急摆尾排出卵粒，雄鱼紧接着排出精子，完成受精过程。在无人干扰的情况下，白天和晚上均可进行产卵活动。在有水流的池养条件下，性腺发育良好的亲鱼也能自然产卵。

2.5.4　卵的特性　华鳈卵为球形，淡黄色，无粘性，比重略大于水；吸水膨胀后，能随水流而上下翻滚，为漂流性卵。华鳈成熟卵径在 1.60—2.00 mm 之间，平均为 1.78 mm。吸水膨胀后，卵膜径在 3.70—4.70 mm 之间，平均卵膜径为 4.36 mm。

3　讨论

3.1　关于繁殖习性

鲤科鱼类中的鳑鲏亚科和鮈亚科的一些种类的雌鱼具有产卵管，但它们的繁殖习性各不相同。麦穗鱼(*Pseudorasbora parva*)绝对怀卵量在 256—3854 粒之间，分批产卵，卵为椭圆形有粘性；东北鳈怀卵量在 5000—18000 粒之间，卵分批产出，为漂流性卵。鱊鲏亚

科的鱼类和日本鳈(*S. variegatus* Temminck *et* Schlegel)等的产卵管已成为它们繁殖的一种特化器官，产出的卵能够注入其它生物体内，以便在保护状态下发育、孵化。如中华鳑鲏(*Ruodeus sinensis*)绝对怀卵量为238—750粒，卵分多批产出，产卵时其将产卵管插入河蚌的出水孔，而排卵于鳃片中；日本鳈的绝对怀卵量在400—3000粒之间，产卵于蚌的外套腔内。它们的卵在“宿主”体内孵化，孵化时间都较长，发育至各器官已相当完全，能自由游动和摄食才离开“宿主”。如日本鳈15℃时为17—18天、18℃时为12—17天、21℃时为8—12天；中华鳑鲏在蚌内发育时间是16—40天，一般是20—26天(表2)。这些鱼尽管怀卵量相对较少，但由于胚胎发育得到很好的保护，其仔、幼鱼成活率较高。

关于华鳈的产卵习性文献记载较为混乱，有的认为产粘性卵，有的认为产浮性卵，更有的认为产于蚌内。根据我们的实验，在分别加入河蚌、三角帆蚌、泥蚌的流水水族箱中，没能观察到华鳈产卵于蚌的外套腔内的现象，而观察到鱼自然产卵于垫沙的箱底。卵吸水膨胀后随微流水而在箱中翻滚；在无流水装置的水族箱中，即使注射催产剂也未能看到其自行产卵。由此可以认为，华鳈与东北鳈一样都是产漂流性卵的鱼类，它们相同点是：怀卵量大、卵膨胀后卵周隙大，并且，华鳈的受精卵上有油滴、胚胎发育的时间较短。因此，流水环境是其产卵的重要条件之一，这些特点是对开敞性水域的一种适应，对维持其种群具有重要意义。

表2 几种鲤科鱼类卵的比较(单位：mm)

Tab. 2 A comparsion among eggs of some Cyprinidae fish (mm)

鱼名	形 态 特 点	卵径	膜径	发育时间(天)	产卵特点
日本鳈	刚挤出的卵为椭圆形，直径为2.3×2.7，淡黄色，微粘性；吸水膨胀为球形，淡橙色，无粘性	2.4	3.7	8—27	产于蚌内
东北鳈	卵膜不透明，卵黄乳白色，卵子球形	1.9	5.3	7— 8	漂流性卵
华鳈	卵膜透明，无粘性，卵子球形，黄色	1.78	4.36	4—5	漂流性卵
中华鳑鲏	卵梨形，上端尖，下端呈球形，黄色	2.8	3.5	20—26	产于蚌内
麦穗鱼	卵椭圆形，橙黄色，直径为1.0—1.2×1.5—1.7	1.6×2.1		6	产粘性卵

* 日本鳈和中华鳑鲏的发育时间指鱼苗游出蚌的时间，其它鱼指开始摄食的时间。

3.2 关于产卵类型

产卵类型确定的依据，国内外的学者一般以卵母细胞发育特点和卵径的分布来确定的。王剑伟曾把鱼类产卵区分单批、分批和连续产卵3种类型。在繁殖季节收到华鳈性成熟雌鱼，Ⅳ期卵巢中卵母细胞的大小差别较大，测量它们的卵径并制成频率分布图，则至少出现2个峰值(图1)；切片观察为刚产过卵的卵巢，还大量存在3、4时相卵母细胞。从人工催亲产卵的数量来看，除产出卵粒的数量从十几粒到几百粒不等外，卵巢还有大量发育程度不同的4时相卵母细胞，代表贮备繁殖力的卵子贮备库中的卵母细胞，发育正常，在当年的繁殖季节会分批成熟和产出。华鳈成熟精巢的组织切片结果显示，即使同一部位的精巢，也存有发育程度不同的精细胞，除可以看到着色较深的精子和极少量发育早期的精原及精母细胞外，还存有大量尚未变态的精细胞(图版Ⅰ：9—10)。因此，华鳈成熟精巢也存在Ⅵ-Ⅴ′期和Ⅵ-Ⅳ′期，且精巢成熟程度不仅有部位差别，而且同一部位也有分批成熟现象。根据成熟卵巢中存在发育程度不同的卵母细胞，卵分批成熟、分批产出等特

点，华鳈应属分批产卵的鱼类；与卵巢相对应的精巢中精子细胞发育不同步，对于说明华鳈属于分批产卵的鱼类有着同样重要的生物学意义。

致谢 本文承蒙邓中粦研究员指导，何大仁教授，谢平博士分别帮助翻译俄文和日文文献，特此致谢。

图 版 说 明

1、2. Ⅱ期卵巢组织切片

3、4. Ⅲ期卵巢组织切片，可见 2、3 时相卵母细胞

5、6. Ⅳ期卵巢组织切片，可见 2、3、4 时相卵母细胞

7、8. Ⅵ-Ⅳ'期卵巢组织切片，箭头所示为空滤泡

9. 成熟精巢组织切片，箭头所示为精细胞

10. 成熟精巢组织切片，箭头所示为次级精母细胞

参 考 文 献

王剑伟，1992. 稀有鮈鲫的繁殖生物学. 水生生物学报，**16**(2)：166—174.

中国水产科学研究院东海水产研究所等，1990. 上海鱼类志. 上海：上海科技出版社，174—177.

Г В 尼可尔斯基，1960. 黑龙江流域鱼类. 北京：科学出版社，171—175.

伍献文等，1977. 中国鲤科鱼类志(下卷). 上海：上海人民出版社，468—477.

沈建忠，1989. 中华鳑鲏 *Ruodeus sinensis* 繁殖生物学. 华中农业大学硕士学位论文.

郑葆珊等，1987. 中国动物图谱(鱼类)，第二版. 北京：科学出版社，77.

陕西省动物研究所等，1987. 秦岭鱼类志. 北京：科学出版社，109—111.

殷名称，缪学祖，1991. 太湖常见鱼类生态学特点和增殖措施探讨. 湖泊科学，**3**(1)：25—34.

屠明裕，1984. 麦穗鱼的繁殖与胚胎-仔鱼期的发育. 四川水产科技，(1)：1—13.

中村守纯，1969. 日本のコイ科鱼类. 「资源科学シリーズ4」，149—156.

荒木胜二，1934. 鳇ノ生态及增殖方法ノ研究. 第十六回全国湖沼河川养殖研究会要录.

Bagenal T B, Braum E, 1978. Eggs and early life history. In: Bagenal T *Methods for Assessment of Fish Production of Fresh Waters*. 3rd Edtion. IBP handbooks No. 3, Blackwell Sci. Publ. 165-201.

Kęitarō Uchida, 1939. The fishes of Tyōsen (Korea). Bulletin of the fisheries experiment station, (6): 229-240.

Macer C T, 1974. The reproductive biology of the horse mackerel *Trachurus trachurus* (L.) in the North Sea and England Channel. *J. Fish Biol.*, **6**: 415-438.

Mackay I, Mann K H, 1969. Fecundity of two cyprinid fishes in the River Thames, Reading, England. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **26**(1): 2795-2805.

Мейен В А, 1939. К вопросу о годовом цикле изменений яичников костистых рыб. *Иэвесᴦия АН СССР, Серчябчол.*, (3): 389-420.

Крыжановский С Г, Смирнов А И и Соин С Г, 1951. Матерналы ло развитию рыб р. Амура. *Тр. Амурск. ихᴦ. эксп*, 1945-1949 гг., т Ⅱ: 121-124.

Спановская В Д, 1953. О систематике амурских пескарей. *Эоол. жури.*, *Т*. ХХХⅡ, *вып*. **2**: 268.

REPRODUCTIVE BIOLOGY OF *Sarcocheilichthys sinensis sinensis* BLEEKER

Song Tianxiang Ma Jun

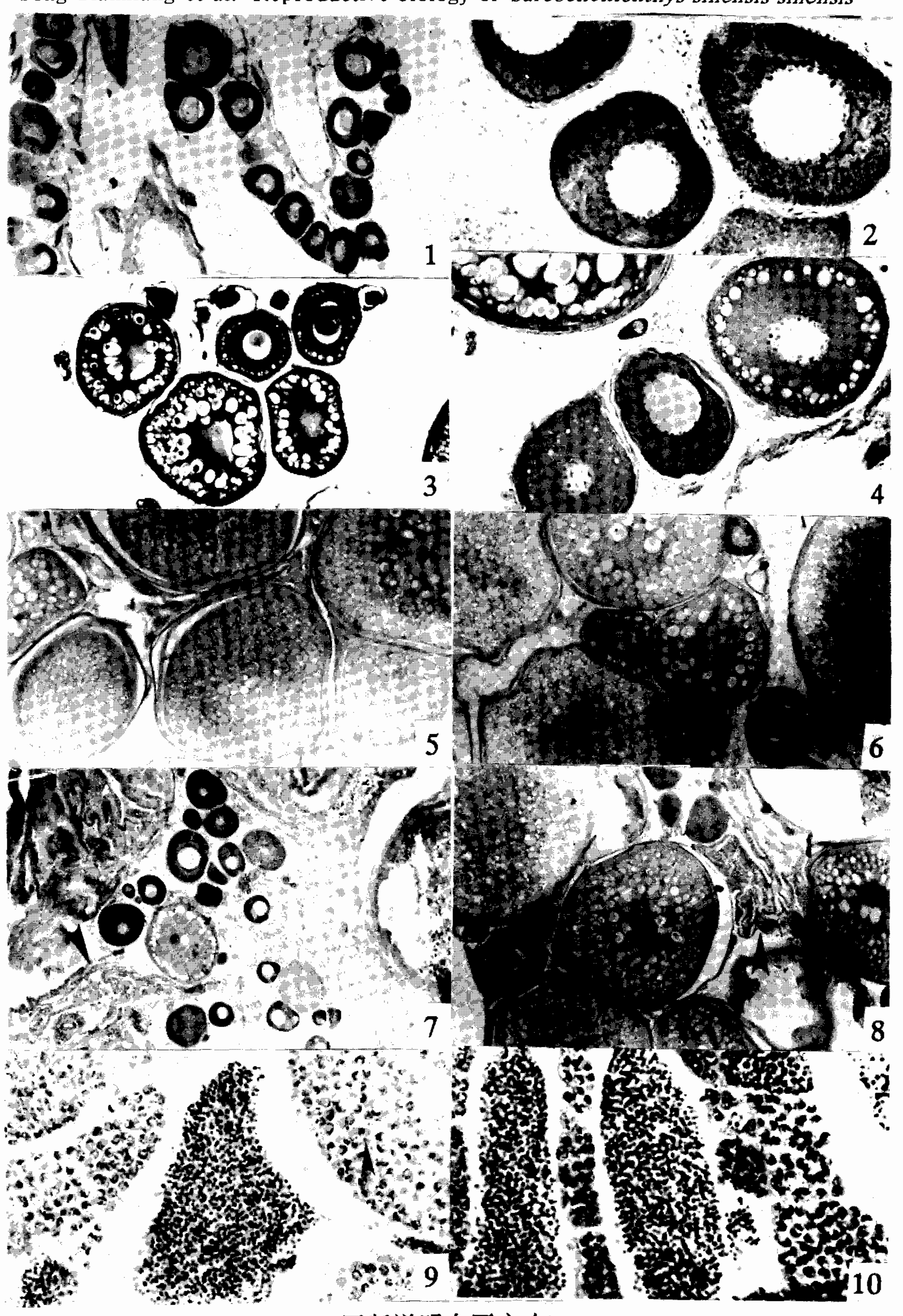
(*Institute of Hydrobiology, the Chinese Academy of Sciences* 430072)

Abstract

From July 1991 to June 1992, Match and April 1993, 773 speciemens of *Sarcocheilichthys sinensis sinensis* were collected from Wuchang to Honghu reach of Changjiang River for reproductive biological analysis. The results are as follows:

Spawning season lasts from late April to July, but most of fish spawn in May. Fertilized eggs are drifting in the running water. The diameters of fertilized eggs are between 1.60–2.00 mm, and the diameters of egg membranes are between 3.70–4.70 mm. 1 year–old fish can reach sexual maturity. Spawning population consists of age 1 and 2 mainly, and sex ratio is 1∶1. According to asynchronous development of oocytes and spermatocytes or distribution of egg diameter, *S. sinensis sinensis* is regard as a definite batch spawner. The individual absolute fecundity varies from 1040 to 5580, its relation to body length may be described by $F = 2.5058 \times 10^{-2} \times L^{2.5402}$.

Key words *Sarcocheilichthys sinensis sinensis*, Reproduction, Drifting eggs



(图版说明在正文内)